# 第48講　X線

## 1

X線に関して以下に示す文中の ① ～ ⑦ に適切な答えを記入せよ。

X線を粒子として見た場合，この粒子を ① と呼んでおり，粒子の波長が $\lambda$ [m] である場合のエネルギー $E$ [J] および運動量 $p$ [kg･m/s] は，光速度 $c$ [m/s] とプランク定数 $h$ [J･s] を用いて，$E=$ ② ，$p=$ ③ と表される。

図のように，波長 $\lambda$ の入射X線が物質中の電子と散乱を起こし，波長 $\lambda'$ のX線として入射方向から角度 $a$ の方向へ散乱された。この時，質量 $m$ [kg] の電子は角度 $b$ の方向へ速度 $v$ [m/s] ではね飛ばされた。

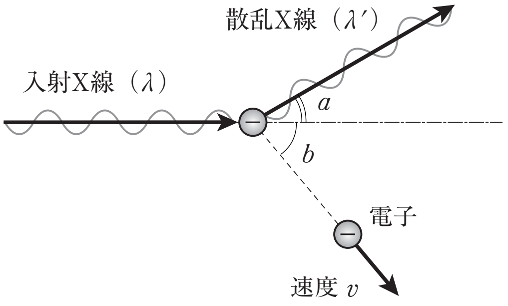
衝突前後のエネルギーが保存されることから，衝突前のX線のエネルギー ② と，衝突後のX線と電子のエネルギーの和 ④ は等しくなる。衝突前後の運動量も入射方向および垂直方向それぞれで保存されることから，衝突後の運動量の入射方向の和 ⑤ は，衝突前の運動量 ③ に等しくなり，衝突後の運動量の垂直方向の和 ⑥ は０となる。

これらの関係から，$\lambda'-\lambda$ が $\lambda$ に比べて十分に小さいとすれば，

$$\lambda'-\lambda=\frac{h}{mc}(1-\cos a)$$

の関係が得られる。

散乱後にX線の波長が変化するこの現象は， ⑦ 効果と呼ばれ，X線の粒子性を示す有力な証拠の１つである。




©RECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

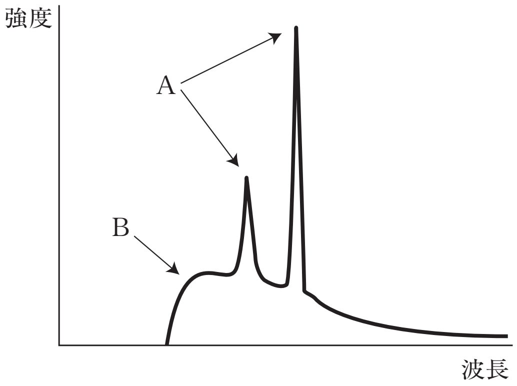
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

X線に関する以下の文の［　　］に適するものを解答群より選べ。

(1) 陰極から放出された電子を加速し，陽極（対陰極）にあてたときに発生するX線の強度と波長の関係を表すグラフを図に示す。図中のAで示したX線を，［ア］と呼び，Bで示したX線を［イ］と呼ぶ。［ア］の波長は［ウ］で決まり，［イ］の最短波長は［エ］で決まる。




ア，イの解答群

① 入射X線　② 散乱X線　③ 連続X線
④ 特性X線　⑤ 反射X線　⑥ 制動X線

ウ，エの解答群

① 陰極の温度　② 陽極の温度　③ 加速電流
④ 加速電圧　⑤ 陰極の物質　⑥ 陽極の物質

(2) $1.0\times10^{5}$ [V] の電位差で加速された電子が陽極に衝突して止まるときに発生するX線の最短波長は，電子の電荷を $1.6\times10^{-19}$ [C]，プランク定数を $6.6\times10^{-34}$ [J·s]，真空中の光速を $3.0\times10^{8}$ [m/s] として［オ］[m] である。

オの解答群

① $1.3\times10^{-15}$　② $6.3\times10^{-11}$　③ $4.8\times10^{-5}$
④ $7.2\times10^{-7}$　⑤ $1.2\times10^{-11}$　⑥ $8.3\times10^{-15}$

©RECRUIT　HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

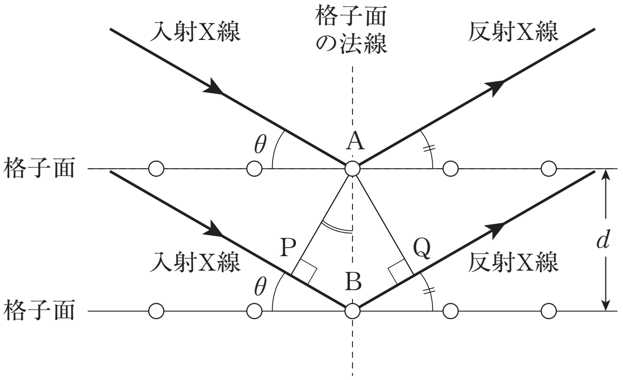
3

光の中で極めて波長の短いものにＸ線がある。Ｘ線は波の性質に加えて，粒子の性質を合わせ持っている。Ｘ線に関して以下に示す文中の［①］～［⑥］に適切な答えを記入せよ。

Ｘ線を原子配列面（格子面）の間隔が $d$［m］である結晶にあてることを考える。図のように１枚目の格子面上の原子Ａに角度 $\theta$ で入射したＸ線は，角度［①］で反射されていく。

同様にして，２枚目の格子面上の原子Ｂでの反射も考える。APを入射Ｘ線の波面とすれば，角 $\angle$PAB＝［②］となり，Ｂで反射されたＸ線はＡで反射されたＸ線に比べて，$\overline{\mathrm{PB}}+\overline{\mathrm{BQ}}=d\times$［③］だけ余分に進むことになる。

この経路差がＸ線の波長 $\lambda$［m］の［④］倍の時，反射Ｘ線は干渉して強め合う。この条件を $n$（$n$=1，2，3，…）を用いて，式で表すと，［⑤］となる。この式を［⑥］の条件と呼ぶ。




©RECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第 48 講　確認テスト

以下の文中の空欄に入る語句，数式として最も適当なものを以下の選択肢の中から一つずつ選び，その記号を答えよ。ただし，同じものを何度用いてもよい。

X線は波長の短い電磁波である。高電圧で加速した電子が陽極金属にあたるときに，持っていた運動エネルギーの一部またはすべてを光子として外に出したものを［ 1 ］X線という。加速電圧を $V$ とすると，［ 1 ］X線の最短波長は［ 2 ］である。ただし，電気素量を $e$，プランク定数を $h$，光速度を $c$ とする。

一方，発生するX線の中に，強度が特に強い波長のものがいくつか存在する。これを［ 3 ］X線という。［ 3 ］X線の波長は［ 4 ］によって異なる。

ある結晶の表面は原子が距離 $d$ の間隔で規則正しく並んだ格子面になっている。この結晶にX線を照射し，入射X線と結晶の表面とのなす角度を $0^\circ$ より少しずつ大きくしていくと，特定の角度で強い反射X線が観測された。これは，結晶内に規則正しく並ぶ原子によって散乱されたX線が干渉して生じたものである。散乱されたX線が強めあう条件は，X線の波長を $\lambda$，角度を $\theta$，$n=1,\ 2,\ 3,\ \cdots$ とすると，［ 5 ］で与えられる。この関係式はブラッグ条件といわれているものである。

選択肢

① 加速電圧　② 真空　③ 電子　④ 陽極金属　⑤ 連続

⑥ 固有　⑦ $\dfrac{he}{cV}$　⑧ $\dfrac{cV}{he}$　⑨ $\dfrac{hc}{eV}$　⑩ $\dfrac{eV}{hc}$

⑪ $2d\sin\theta=n\lambda$　⑫ $2d\cos\theta=n\lambda$

ⒸRECRUIT　HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第 48 講　X線

## 1

① 光子　② $\dfrac{hc}{\lambda}$　③ $\dfrac{h}{\lambda}$

④ $\dfrac{hc}{\lambda'}+\dfrac{1}{2}mv^2$　⑤ $\dfrac{h}{\lambda'}\cos a+mv\cos b$　⑥ $\dfrac{h}{\lambda'}\sin a+(-mv\sin b)$

⑦ コンプトン

## 2

(1) ア：④　イ：③　ウ：⑥　エ：④

(2) オ：⑤

## 3

① $\theta$　② $\theta$　③ $2\sin\theta$

④ 整数　⑤ $2d\sin\theta=n\lambda$　⑥ ブラッグ

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第 48 講　確認テスト

【解答】

1 ：⑤

2 ：⑨

3 ：⑥

4 ：④

5 ：⑪

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。